

УДК 62-784.43**ЗОЛОУЛОВИТЕЛИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТ ПЫЛИ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ**

Е.В. Билло, студент гр. ХОм-181, I курс

Е.С. Сухаревская, студент гр. ХОм-181, I курс

Научный руководитель: А.Ю. Игнатова, к.б.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Очистка газовых выбросов в атмосферу от пыли для металлургии, энергетики, нефтегазовой и других промышленных отраслей является важнейшей задачей по защите окружающей среды. Ввиду специфики российской энергетики, где большую роль в генерации тепла и электричества составляют ТЭЦ и направления подготовки в данной работе рассмотрены методы золоулавливания в теплоэнергетике. Данные методы удаления золы из газовых выбросов подходят и для удаления пыли в других отраслях так как используют одни и те же физические законы [1].

От вида, характеристик топлива, способов пылеприготовления, сжигания и конструкции топлива зависит количество частиц золы и несгоревшего топлива в продуктах сгорания. К примеру, при использовании бурых углей удельное содержание в них золы составляет $40 \text{ г}/\text{м}^3$, что превышает допустимую концентрацию твердых частиц в газах, согласно санитарно-техническим нормам.

В котельных установках применяют следующие устройства: это электрофильтры, различные мокрые золоуловители, в основном трубы Вентури и механические инерционные золоуловители. Электрофильтры применяют на крупных энергоблоках мощностью 300 МВт и более. Мокрые золоуловители чаще всего применяют за котлоагрегатами средней паропроизводительности, если этому не препятствуют процессы образования отложений на поверхностях аппаратов, которые обусловлены составом золы сжигаемого топлива. Батарейные циклоны, как правило, устанавливают за котлоагрегатами малой мощности, сжигающими малозольные сорта твердого топлива. В некоторых случаях, например, при высокой зольности топлива, батарейные циклоны могут служить для предварительной очистки газа перед электрофильтром или мокрым аппаратом [2].

Очистка дымовых газов в электрофильтрах основана на разряде между двух электродов, к которым подведен пульсирующий электрический ток высокого напряжения до 60 кВ, поток газов, проходя через электрофильтр наполняется отрицательными ионами, движущимися от коронирующего к осадительному электроду под действием сил электрического поля. Отдав заряд, частица падает в карман, а затем в золовой бункер.

Унос, накапливающийся на осадительных электродах, периодически стряхиваются специальными устройствами в бункере, а затем удаляется. Коронирующие электроды сделаны в виде металлических стержней, штыкового сечения или в виде ленточно-игольчатых стержней. Осадительные электроды выполнены из труб или пластин.

Давно замечено, что, сжигая малосернистые и маловлажные угли, дымовые газы, обладающие неблагоприятными электрофизическими свойствами, очищаются в электрофильтрах от золы хуже, чем при сжигании других топлив. Основная причина тому – высокое удельное электрическое сопротивление слоя золы, который образуется на осадительных электродах, фактически работающий как изолятор. К наиболее характерным углем, чьи продукты сгорания обладают неблагоприятными электрофизическими свойствами, относятся экибастузский и кузнецкий каменные угли, а также кукучекинский уголь. Продукты сгорания данных углей имеют кислотную точку росы из-за малого содержания серы, эта точка близка к точке росы водяных паров, превышающая её всего на 5-10 °C, и находящаяся в диапазоне 45-60 °C. Установлено, что максимум электрического сопротивления золы для большинства углей приходится на температуры 120-160 °C, т.е. одним из способов борьбы с высоким электросопротивлением золы является увеличение или уменьшение температуры отходящих газов.

Увеличение температуры снижает КПД котлоагрегата, что не возможно по техническим характеристикам самих котлов. Другим способом борьбы, является кондиционирование газов. Кондиционирование дымовых газов состоит в изменении свойств, путем добавления химических веществ или водяного пара, адсорбирующихся или конденсирующихся на поверхности частиц золы, что увеличивает их поверхностную проводимость. В качестве кондиционирующих добавок применяют серный ангидрит, водяной пар, аммиак и другие соединения. Небольшое количество серного ангидрита, который добавляют к продуктам сгорания топлив, увеличивает точку росы, т.е. температуру конденсации паров серной кислоты, и существенно уменьшает электрическое сопротивление слоя золы, который осаждается на осадительных электродах. К сожалению данный способ не получил широкого распространения, т.к. связан с большими эксплуатационными и капитальными затратами, которые связаны с необходимостью получения, хранения и подачи в газоходы котлоагрегатов тех или иных химических веществ, что для крупных ТЭС является сложной задачей [3].

Очистка газов в рукавных фильтрах происходит за счет фильтрации газов через ткань и электростатического взаимодействия между частицами уноса и тканью. Газы подаются снаружи рукавов фильтра, проходят через поры ткани и удаляются из внутренней полости рукавов, очищенными от уноса. Частицы уноса, осажденные на поверхности ткани, периодически удаляются в золовой бункер путем продувки рукавов сжатым воздухом.

Долгое время постоянное применение рукавных фильтров не осуществлялось в связи с отсутствием специальных фильтровальных тканей, которые

были бы способны выдерживать влажность, высокие температуры и присутствует агрессивных компонентов в газах – азота, окислов серы, хлористого водорода и др. На эффективность использования ткани отрицательно сказывается высокое содержание смолистых веществ, которые образуются при розжиге котла мазутом, в отходящих газах.

В настоящее время, из-за появления высокотемпературных тканей, специальных пропиток на основе масла, обладающее влагоотталкивающими свойствами, указанные выше недостатки удалось устранить [4].

В процессе очистки газов в мокрых золоуловителях происходит их насыщение парами воды, увеличение объема и частичное охлаждение.

Существует довольно большое количество разнообразных мокрых золоуловителей, однако, наиболее распространенными являются золоуловители с трубами Вентури. Основными достоинствами этих аппаратов являются сравнительно высокая и стабильная степень очистки газов от золы, относительно небольшие капитальные и эксплуатационные затраты. Вместе с тем, одной из главных проблем мокрого золоулавливания является рост трудноудаляемых минеральных отложений в скрубберах. Чаще всего такие отложения возникают в переходной области, отделяющей хорошо орошающую поверхность от сухой. Эти граничные отложения состоят из летучей золы, преимущественно тонких фракций, обогащенных в той или иной степени гипсом. Указанные отложения образуются при сжигании практически всех видов твердого топлива и, хотя они отличаются друг от друга своими размерами и физико-химическими свойствами, как правило, нарушают течение очищаемых газов, повышая тем самым гидравлическое сопротивление мокрых золоуловителей, что может привести к ограничению нагрузки котлоагрегата.

Необходимо отметить, что орошение мокрых золоуловителей оборотной водой приводит к ускорению процесса образования отложений вследствие увеличения содержания пересыщенного раствора CaSO_4 по мере испарения из них влаги. Основными методами борьбы с отложениями являются:

Добавление свежей воды к оборотной, с целью снижения концентрации сульфатом кальция.

Стабилизация уровня отложений за счет их механического разрушения грубыми частицами золы, содержащимися в дымовых газах, за счет специальной конструкции золоуловителя.

Одновременно с улавливанием золы в мокрых золоуловителях с трубами Вентури происходит процесс теплообмена между дымовыми газами и орошающей водой. При этом дымовые газы охлаждаются, а орошающая вода, как в виде капель, так и в виде пленки на стенках мокрого аппарата нагревается и частично испаряется, увеличивая влагосодержание очищенных газов. Во избежание коррозии газового тракта за золоуловителями (газоходов, дымососов и дымовых труб) температура очищенных газов должна быть выше их точки росы на 15-20 °C [5].

Механические инерционные золоуловители, в которых частицы уноса отделяются от газов под влиянием сил инерции при вращательном вихревом

движении потока газов, - циклоны различных конструкций, в том числе с омываемыми стенками и решетками.

Запыленный поток газов подводится тангенциально, выход газов осуществляется через трубу, расположенную в центре циклона. Под воздействием центробежной силы твердые частицы отбрасываются к стенке циклона, теряют скорость и выпадают в бункер. Эффективность обеспыливания в циклоне повышается с увеличением окружной скорости газов, увеличением массы частицы и уменьшением радиуса циклона [6, 7].

Переход к безотходному производству, на данный момент, является наиболее надежным и экономичным способом защиты биосфера от вредных газовых выбросов. Под этим подразумевается разработка оптимальных технологических систем с замкнутыми энергетическими и материальными потоками. Создание и внедрение улучшенных технологических процессов и систем, которые будут работать по замкнутому циклу и позволять исключать образование большого количества отходов, является важнейшим направлением технического прогресса.

Список литературы:

1. Эстеркин, Р.И. Промышленные котельные установки: учебник для техникумов. – 2–е изд., перераб. и доп. / Р.И. Эстеркин. –СПб.: Энергоатомиздат, 1985. – 400 с.
2. Межотраслевой научно-практический журнал «ПЫЛЕГАЗО-ОЧИСТКА». – 2011. -№11. С.57.
3. Русланов, А.А. Очистка дымовых газов в промышленной энергетике / А. А. Русланов, И. И. Урбах, А. П. Анастаслади. – М.: Энергия, 1969. -456с.
4. Рукавные фильтры с импульсной регенерацией рукавов URL: <http://www.sfera-saratov.ru/oborud/rukfiltrfris/rukfiltonline/> (дата обращения: 03.12.2018).
5. К выбору золоуловителя для котлов промышленной и коммунальной энергетики URL: <https://pandia.ru/text/78/209/49.php> (дата обращения: 03.12.2018).
6. Булгаков, К.В. Энергосбережение промышленных предприятий / К.В. Булгаков. –М.: Энергия, 1966. - 318с.
7. Задавина Е.С., Рязанова Ю.А., Папин А.В., Игнатова А.Ю. ОБЗОР ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГЛЕДОБЫЧИ И УГЛЕПЕРЕРАБОТКИ / Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 102-106.